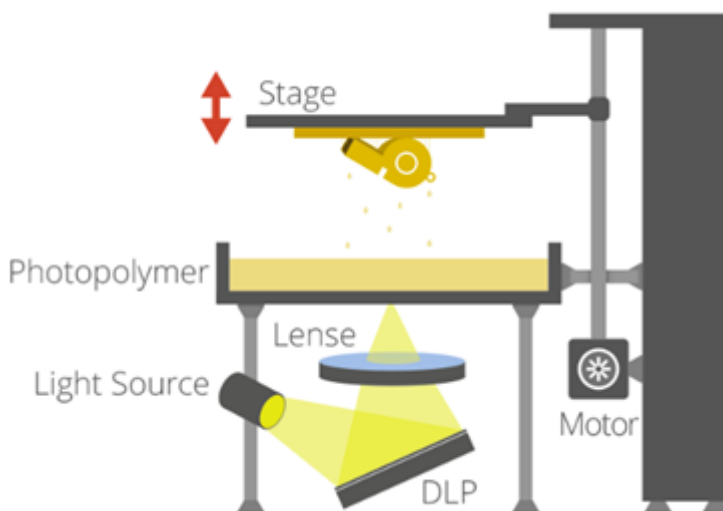


Дәріс 3

Жарық диодты проекциясы (DLP - Digital Light Processing)

DLP (сандық Жарық Өңдеу – фотополимер бөлшектерін жылдам өндіру үшін қолданылатын 3D басып шығару технологиясы. Бұл бір маңызды айырмашылығы бар SLA-ға өте ұқсас: SLA машиналары қабатты бақылау үшін лазерді пайдаланатын болса, DLP құрылғысы бүкіл қабатты бірден емдеу үшін жобаланған жарық көзін пайдаланады. Бөлшек қабат-қабат қалыптасады.



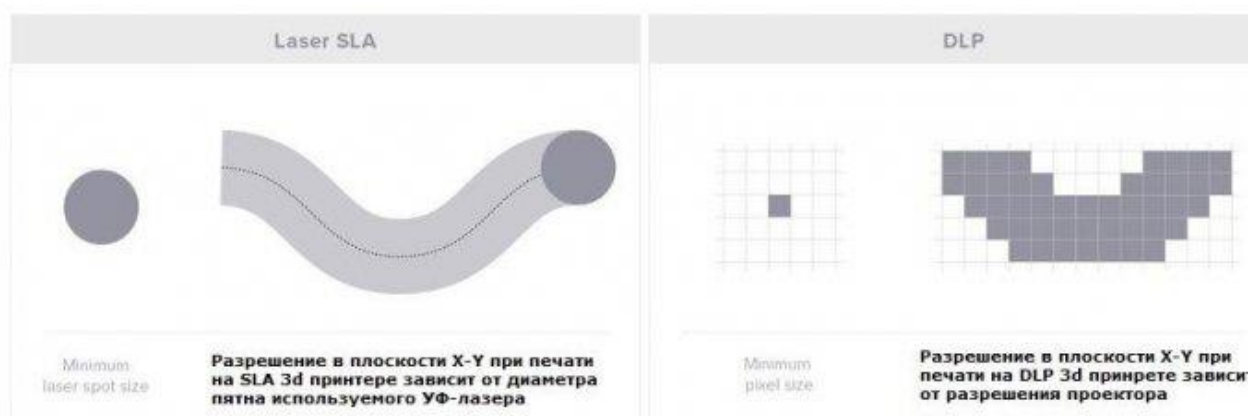
Сурет - 1. DLP жұмыс диаграммасы

қабаттардағы сұйық фотополимерді дәл өңдеу үшін жарық проекторын қолдануға негізделген заманауи 3D басып шығару технологияларының бірі . Бұл технология жоғары басып шығару жылдамдығы мен дәлдігін қамтамасыз етеді, бұл оны әртүрлі салаларға, соның ішінде медицина, зергерлік бұйымдар және өнеркәсіптік өндіріс үшін күрделі фотополимер бөлшектерін өндіруге сұранысқа ие етеді . DLP басып шығару жоғары өнімділікті қамтамасыз ете отырып, жоғары ажыратымдылық пен бет сапасының арқасында функционалды прототиптер мен соңғы өнімдерді жасауда бірегей мүмкіндіктерді ұсынады. Бұл шолуда DLP негізгі принциптері, оның артықшылықтары мен кемшіліктері, негізгі құрамдас бөліктері, заманауи әзірлемелер мен қолданбалар қарастырылады.

1. DLP басып шығарудың негізгі принциптері және дизайны

фотополимерлі шайырда қабаттың бейнесін жасайтын проектордың жарығын көрсететін микроскопиялық айналардан тұратын сандық микроайна құрылғысын (DMD) пайдалануға негізделген . Жарық шайырға түскенде

фотополимерлену процесі жүреді , нәтижесінде қатты қабат пайда болады. Қабат-қабат, шайыр қатайып, жоғары дәлдікпен үш өлшемді өнімді жасайды. SLA (стереолитография) сияқты басқа 3D басып шығару әдістерінен айырмашылығы , DLP әр қабаттың сандық кескінін пайдаланады, бұл бөлшектерді тезірек жасауға және материалды аз жұмсауға мүмкіндік береді. Зерттеулер [1, 2] көрсеткендей, DLP құрылғылары микроайналардың орналасуын және олардың жарыққа реакциясын дәл бақылау мүмкіндігіне байланысты жоғары ажыратымдылықты қамтамасыз етеді.



SLA (слева) и DLP (справа).



2. DLP принтерінің негізгі компоненттері

DLP принтерлері бірнеше негізгі құрамдас бөліктерден тұрады: жарық көзі (жарық диодты немесе лазер), сандық микроайна құрылғысы (DMD), проектор экраны және фотополимер ыдысы . Жарық көзі ретінде жарықдиодты шамдар мен лазерлер жиі пайдаланылады, өйткені олар жылдам

полимерлену үшін қажетті тұрақты және күшті сәулеленуді қамтамасыз етеді. DMD жарық ағынының бағытын басқаратын мыңдаған микроайналардан тұратын қабаттың сандық бейнесін жасауға жауап береді. Бұл DLP принтерлеріне күрделі бөлшектерді жасау кезінде жоғары дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. [3] жарық көзі мен DMD сипаттамаларын таңдау басып шығару сапасы мен жылдамдығы үшін маңызды екенін атап көрсетеді.

Фотополимерлі шайырдың резервуары басып шығару процесі үшін де маңызды: ол фотохимиялық реакцияларға төзімді материалдардан жасалуы керек және ол пайда болғаннан кейін әрбір қабаттың оңай босатылуын қамтамасыз етеді. Кейбір DLP принтерлері әрбір жаңа қабатпен көтерілетін жылжымалы платформаларды пайдаланады, бұл бөліктегі кернеуді азайтуға және дәлдікті жақсартуға көмектеседі.

3. DLP технологиясының артықшылықтары

DLP басып шығарудың негізгі артықшылықтарының бірі оның жоғары жылдамдығы болып табылады, өйткені әрбір қабат бір уақытта бүкіл аумақта өңделуі мүмкін, бұл нүктелік технологиялармен салыстырғанда жалпы басып шығару уақытын қысқартады. Сонымен қатар, DLP әр қабатты сандық картаға түсіру арқылы жоғары ажыратымдылық пен бет сапасын қамтамасыз етеді. Бұл мүмкіндіктер DLP-ті зергерлік бұйымдар, стоматологиялық және микро-дәлдік құрамдас бөліктері сияқты күрделі геометриялар мен дәлдік талап етілетін бөлшектерді жасау үшін тамаша етеді .

Зерттеулер [4, 5] DLP технологиясы да материалды үнемдейтінін көрсетеді, өйткені шайырдың қатаң белгіленген мөлшері пайдаланылады және іс жүзінде ешқандай қалдық болмайды. Технология сонымен қатар қабаттың деформациясына азырақ сезімтал, бұл әсіресе жоғары дәлдіктегі үлгілерді басып шығару үшін маңызды.

4. DLP басып шығарудың кемшіліктері мен шектеулері

Айтарлықтай артықшылықтарға қарамастан, DLP-нің кемшіліктері де бар. Олардың бірі материалдардың шектеулі таңдауы болып табылады, өйткені технология тек жарық әсерінен қатып қалатын фотополимерлі шайырларға жарамды. FDM сияқты басқа 3D технологияларынан айырмашылығы, DLP әмбебаптығы аз, себебі фотополимерлер әдетте сынғыш және ультракүлгін сәулелерінің зақымдалуына сезімтал, бұл дайын өнімнің ұзақ қызмет ету мерзімін шектейді. Сондай-ақ [6] фотополимерлердің улы болуы мүмкін екендігі атап өтілді , бұл DLP принтерлерін пайдалану кезінде арнайы қауіпсіздік шараларын талап етеді.

Сонымен қатар, DLP принтерлерінің жұмыс кеңістігі шектеулі және үлкен бөлшектерді шығару үшін масштабтау қиын. Модель өлшемі ұлғайған сайын кескін пикселдері көбірек көрінетіндіктен сапа мен ажыратымдылық төмендеуі мүмкін.

5. DLP басып шығарудағы заманауи әзірлемелер мен инновациялар

фотополимерлер мен жақсартылған жарық көздерін енгізу арқылы айтарлықтай дамыды. Заманауи фотополимерлер ультракүлгін сәулеленуге беріктігі мен төзімділігін жақсартты, бұл бөлшектердің беріктігін арттырады. Сонымен қатар, биоүйлесімді шайырлар протездер мен ортопедиялық имплантаттар сияқты медициналық қолдану үшін белсенді түрде әзірленуде. Зерттеу [7] механикалық қасиеттерін жақсартқан және әртүрлі қолдану үшін берік бөлшектерді жасауға мүмкіндік беретін инновациялық фотополимерлердің мысалдарын ұсынады.

Проекция ажыратымдылығы мен жарықтығын арттыру, нәтижесінде басып шығару сапасын жақсарту үшін жарық көздері мен DMD-лерді жақсарту мақсатында зерттеулер жүргізілуде. DLP принтерлерінің соңғы үлгілері 20 микронға дейінгі ажыратымдылыққа қол жеткізе алады, бұл әсіресе микроинженерия мен зергерлік бұйымдар өндірісінде сұранысқа ие.

6. Өнеркәсіптің әртүрлі салаларында DLP технологиясын қолдану

DLP принтерлері медицинада, зергерлік бұйымдарда, автомобиль жасауда және микроэлектроникада белсенді қолданылады. Стоматологияда DLP принтерлері стоматологиялық крондарды, көпірлерді және кронштейндерді жоғары дәлдікпен жасау үшін қолданылады, бұл емдеу сапасын айтарлықтай жақсартады. Зергерлік өнеркәсібі сонымен қатар суретшілерге күрделі пішіндер мен үлгілерді жобалауға мүмкіндік беретін жоғары егжей-тегжейлі және дәл зергерлік бұйымдар үлгілерін жасау үшін DLP-ті белсенді түрде пайдаланады.

Өнеркәсіптік және автомобиль секторында DLP жоғары дәлдікті талап ететін прототиптер мен шағын бөлшектерді жасау үшін қолданылады. Зерттеу [8] жылдам прототиптеу үшін DLP принтерлерін пайдалану әзірлеу уақытын қысқартатынын және бірегей бөлшектер мен прототиптерді шығару құнын төмендететінін көрсетеді. Технология микроэлектроникада дәл, жақын төзімді компоненттерді жасау үшін де қолданылады.

7. DLP басып шығарудың болашақ перспективалары

Болашақта DLP технологиясы жаңа, берік және әмбебап фотополимерлерді жасау арқылы жетілдірілетін болады . Бұл саладағы зерттеулер күш пен икемділікті біріктіретін гибриді материалдарды жасауға бағытталған. Сондай-ақ әзірлемелер фотополимерлердің экологиялық тазалығын арттыруға бағытталған , өйткені улы емес және биологиялық ыдырайтын материалдарды пайдалану медициналық және тұтынушылық қолданбаларда DLP қабылдаудың маңызды қадамы болады. Жұмыстар [9, 10] сонымен қатар технологияны өнеркәсіптік процестердің көбірек санында қолдануға мүмкіндік беретін үлкен жұмыс аймақтары бар масштабталатын DLP принтерлерін жасау қажеттілігіне баса назар аударады.

Сонымен қатар, басып шығару процесін оңтайландыру және түпкілікті өнімнің сапасын арттыру үшін жасанды интеллектті пайдалануға қызығушылық артып келеді. Мысалы, AI жүйелері емдеу процесін бақылай алады және оңтайлы нәтижелерге қол жеткізу үшін басып шығару параметрлерін автоматты түрде реттей алады.

Қорытынды

DLP (Digital Light Processing) – жоғары дәлдік пен жылдамдықпен фотополимерлі бөлшектерді жасауға мүмкіндік беретін перспективалы 3D басып шығару технологиясы. Технология медицинада, зергерлік бұйымдарда және жоғары бөлшектер мен дәлдікті қажет ететін басқа да салаларда кеңінен қолданылады. Кейбір шектеулерге қарамастан, мысалы, шектеулі материалдар мен жұмыс кеңістігін таңдау, DLP принтерлері инновациялық материалдар мен жетілдірілген құрамдастарды енгізудің арқасында дамуын жалғастыруда.

DLP басып шығаруды ойыншықтар, зергерлік пішіндер, стоматологиялық қалыптар, мүсіншелер және ұсақ бөлшектері бар басқа заттар сияқты өте күрделі шайыр өнімдерін басып шығару үшін пайдалануға болады. Ол бүкіл қабатты бірден емдегендіктен , ол SLA қарағанда әлдеқайда жылдамырақ .

DLP басып шығарудың артықшылықтары мен кемшіліктері

DLP принтерлері күрделі нысандар мен бөлшектерді жоғары дәлдікпен жылдам шығару қабілетіне байланысты танымал. Олар салыстырмалы түрде қолжетімді, сондықтан оларды кеңселерде жиі табуға болады. DLP басып шығарудың шектеулеріне басып шығару процесі кезінде фотополимерлердің балқуынан туындайтын өткір иіс , сондай-ақ үлкенірек заттардың майысу қаупі жатады.

DLP басып шығару тарихы

3D принтердің алғашқы сипаттамасын 1964 жылы фантаст-жазушы Артур Кларк жариялағанымен, стереолитография немесе SLA процесі 1987 жылы ғана жасалды . Көп ұзамай DLP басып шығару пайда болды, бұл көбінесе SLA басып шығарумен салыстырылады . Тікелей технология Жарық Процессинг бастапқыда 1987 жылы жасалған.

DLP (сандық жарық өңдеу) артықшылықтары мен кемшіліктері

DLP жоғары басып шығару жылдамдығына байланысты танымал, бірақ ол дәлдік құнына ие. Ол кеңсе ортасында проблема тудыруы мүмкін жиі иістерді шығаратын фотополимерлермен шектеледі .